

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
28. Dezember 2000 (28.12.2000)

PCT

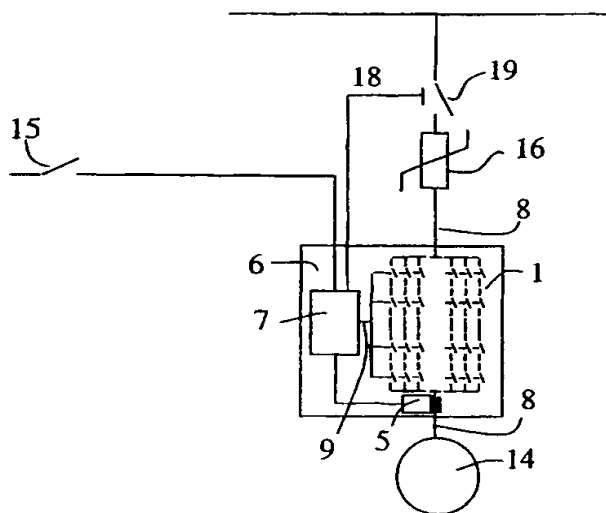
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 00/79664 A1

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H02H 3/02** (74) Anwalt: ABB BUSINESS SERVICES LTD; Intellectual Property (SLE-I), Haselstrasse 16, CH-5401 Baden (CH).
- (21) Internationales Aktenzeichen: **PCT/CH00/00325**
- (22) Internationales Anmeldedatum:
14. Juni 2000 (14.06.2000) (81) Bestimmungsstaaten (national): CN, JP, US.
- (25) Einreichungssprache: **Deutsch** (84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
- (26) Veröffentlichungssprache: **Deutsch** Veröffentlicht:
— Mit internationalem Recherchenbericht.
- (30) Angaben zur Priorität:
199 27 762.1 17. Juni 1999 (17.06.1999) DE
- (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): ABB RESEARCH LTD [CH/CH]; Affolternstr. 52, CH-8050 Zürich (CH).
- (72) Erfinder; und
- (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STRÜMPLER, Ralf [DE/CH]; Oberriedenstr. 35B, CH-5412 Gebenstorf (CH).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes, und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(54) Title: ELECTRICAL CIRCUIT BREAKER FOR PROTECTING AGAINST OVERCURRENTS

(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE SCHALTEINRICHTUNG ZUM ÜBERSTROMSCHUTZ



(57) Abstract: The invention relates to a combination of a micro-relay switch (1) for disconnecting slight overcurrents and a short-circuit current limiter, for example a fuse, a PTC-resistance (16) or an automatic cutout, for limiting or disconnecting large overcurrents.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Kombination aus einem Mikrorelaisschalter (1) zum Abschalten kleiner Überströme und einem Kurzschlussstrombegrenzer, beispielsweise einer Schmelzsicherung, einem PTC-Widerstand (16) oder einem Leistungsschutzschalter, zum Begrenzen oder Abschalten grosser Überströme.



WO 00/79664 A1



Elektrische Schalteinrichtung zum Überstromschutz

5 Die Erfindung betrifft eine elektrische Schalteinrichtung zum Abschalten eines Überstromes in einem Strompfad. Insbesondere richtet sich die Erfindung dabei auf den Bereich der Haushaltsstromversorgung, den Bereich kleinerer und mittlerer Elektromotoren, die Gebäudetechnik, Lichtanlagen sowie elektrische Anlagen in Schienenfahrzeugen, Schiffen und dgl. Diese Anwendungsbereiche können
10 gekennzeichnet werden durch abzuschaltende Spannungen von typischerweise 100 V - 1 kV und typische Lastströme im Bereich von 0,1 A - 75 A, wobei diese Zahlenangaben nicht einschränkend zu verstehen sind. Insbesondere können bei durch einen Kurzschluß oder dgl. verursachten großen Überströmen kurzfristig sehr große Stromwerte auftreten.

15

Die Erfindung betrifft eine Schalteinrichtung, die sowohl kleinere Überströme, die im Bereich des 1,1- bis 10fachen des zulässigen Maximalstroms liegen, als auch sehr große Überströme von Vielfachen des zulässigen Maximalstroms abschalten können, um eine elektrische Einrichtung vor Schaden zu schützen oder eine Gefährdung der Umgebung und von Personen auszuschließen.
20

Im Stand der Technik sind hierzu bislang Kombinationen aus elektromagnetischen Schützen, Schmelzsicherungen, thermischen Überlastrelais mit einem Bimetallstreifen als auslösendem Element und dgl. verwendet worden.

25

Andererseits werden elektrische Anlagen und Einrichtungen gerade im Niederspannungsbereich in jüngster Zeit immer komplexer, wobei andererseits zunehmend das Bedürfnis nach einer Verringerung des Gesamtpreises, des Bauvolumens, des Gewichts und auch der Leistungsverluste besteht.

30

Der Erfindung liegt das technische Problem zugrunde, eine verbesserte elektrische Schalteinrichtung zum Abschalten von Überströmen zu finden.

Dieses Problem löst die Erfindung durch eine elektrische Schalteinrichtung mit einem Mikrorelaisschalter in einem Strompfad, einem Kurzschlußstrombegrenzer in dem Strompfad zum Unterbrechen eines großen Überstromes und einer Auswerteeinrichtung zum Empfangen und Auswerten von Signalen eines den Strom durch den Strompfad erfassenden Stromsensors, wobei die Schalteinrichtung dazu ausgelegt ist, daß sich der Mikrorelaisschalter ansprechend auf ein Auslösesignal der Auswerteeinrichtung bei kleinen Überströmen über einem Schwellenwert öffnet und der Kurzschlußstrombegrenzer bei großen Überströmen diese auf durch den Mikrorelaisschalter zu unterbrechende Ströme begrenzt.

Ferner richtet sich die Erfindung auch auf ein Elektromotorschalt- und -schutzsystem mit einer solchen verbesserten Schalteinrichtung.

Die grundsätzliche Idee der Erfindung besteht also darin, anstelle des konventionellen elektromagnetischen Schützes einen Mikrorelaisschalter in Kombination mit einem weiteren Bauteil zur Kurzschlußstrombegrenzung zu verwenden. Dabei soll der Mikrorelaisschalter dazu ausgelegt sein, kleine Überströme abzuschalten und kann darüber hinaus auch zum gewöhnlichen Ein- und Ausschalten des Stromes in dem Strompfad im Normalbetrieb dienen. Dem gegenüber ist eine weitere Vorrichtung zum Kurzschlußstrombegrenzen speziell zum Abschalten sehr großer Überströme ausgelegt, die den Mikrorelaisschalter zerstören würden. Eine Auswerteeinrichtung dient zum Erfassen von Überströmen und Auslösen des Mikrorelaisschalters, kann aber bei Bedarf darüber hinaus direkt zum Ein- und Ausschalten angesteuert werden. Damit können durch die Erfindung die konventionellen Bauteile Thermorelais mit Bimetallstreifen und elektromagnetisches Schütz eingespart bzw. durch ein vergleichsweise kleines und leichtes elektromechanisches System ersetzt werden.

Der Mikrorelaisschalter als solcher ist Stand der Technik und ist ein elektrisch betätigter Miniaturschalter. Im Gegensatz zu einem Transistor ist ein Mikrorelais jedoch ein mechanischer Schalter mit zumindest einem beweglichen Kontaktstück.

Durch ein elektrisches Signal kann in verschiedener Weise eine mechanische Bewegung dieses Kontaktstücks hervorgerufen werden. Im allgemeinen werden solche Mikrorelaisschalter mit den bekannten Verfahren der Mikroelektronik und der Mikrosystemtechnik hergestellt.

5

Bevorzugt sind bei der Erfindung elektrostatisch betätigte Mikrorelaiszellen, d. h. solche, bei denen das bewegliche Kontaktstück elektrostatisch betätigt wird. Hierzu wird auf die Ausführungsbeispiele verwiesen und auf ein von Siemens publiziertes Si-Mikrorelais (H. F. Schlaak, F. Arndt, J. Schimkat, M. Hanke, Proc. Micro System Technology 96, 1996, Seiten 463-468). Es wird weiterhin verwiesen auf R. Allen: "Simplified Process is Used to Make Micromachined FET-like Four-Terminal Microswitches and Microrelays" in Electronic Design, 8 July, 1996, Seite 31 sowie auf "Micromechanic Membrane Switches on Silicon" von K. E. Petersen, IBM J. RES. DEVELOP., Band 23, Nr. 4, Juli 1979, Seiten 376-385.

15

Der Begriff Mikrorelaisschalter bezieht sich bei dieser Erfindung auf eine Schalteinrichtung, die zumindest eine Mikrorelaiszelle aufweist. Wie weiter unten im einzelnen ausgeführt, kann der Mikrorelaisschalter jedoch auch ein komplexes System mehrerer einzelner Mikrorelaiszellen sein, wobei jede einzelne Zelle (zumindest) ein bewegliches Kontaktstück aufweist.

20

Im Vergleich zu den beschriebenen konventionellen Bauteilkombinationen bietet die erfindungsgemäße Schalteinrichtung somit eine erhebliche Gewichts- und Bauvolumenverringerung. Verbessert wird auch die geometrische Flexibilität der Gesamtanordnung, weil der Mikrorelaisschalter in unterschiedlichster Weise eingebaut werden kann, dabei besonders robust und unempfindlich gegen Temperaturschwankungen, Stöße oder dgl. ist und im Fall einer größeren Anordnung einer Vielzahl von Mikrorelaiszellen auch große Freiheiten in der Formgebung zeigt, weil die Leiterbahnen zwischen den Mikrorelaiszellen beliebig formbar sind.

25
30

Ein weiterer primärer Vorteil der neuen elektrischen Schalteinrichtung besteht in dem überaus schnellen Ansprechverhalten des Mikrorelaisschalters. Durch die

sehr viel geringere Trägheit der bewegten Massen besteht hier ein prinzipieller Vorteil im Vergleich zu Lösungen mit konventionellen Schützen und Relais. Auch bei komplexeren Mikrorelaisschaltern mit einer größeren Zahl von Mikrorelaiszellen gilt dies uneingeschränkt, da hier im wesentlichen die gleiche Ansprechzeit wie bei einer einzelnen Zelle auftritt.

Ferner sind typische Schaltleistungen und auch die Leistungsaufnahme von Mikrorelaisschaltern im Ruhezustand gegenüber konventionellen Relais und Schützen erheblich verringert und tragen somit zur Leistungseinsparung und zur Entschärfung thermischer Probleme insbesondere in größeren Systemen bei. Des weiteren bietet sich die erfindungsgemäße Schalteinrichtung zur Kombination und auch Integration mit anderen halbleitertechnologischen Einrichtungen, insbesondere Transistoren und integrierten Schaltungen, an, weil erhebliche Entsprechungen und Überschneidungen in den Herstellungsverfahren bestehen. Dadurch können Gewicht, Volumen und auch Kosten weiter verringert werden.

Die Auswerteeinrichtung ist eine vorzugsweise mikroelektronisch realisierte Schaltung, deren nähere Ausgestaltung dem Fachmann im Hinblick auf die bei den verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung jeweils geforderten Funktionen ohne weiteres klar ist. Dabei kann die Auswerteeinrichtung dazu ausgelegt sein, gegenüber dem physikalisch schnellstmöglichen Ansprechverhalten des Mikrorelaisschalters eine gewisse Zeitverzögerung, insbesondere auch in Abhängigkeit von der Höhe eines gemessenen Überstromes, zu bewirken. Nähere Erklärungen hierzu finden sich bei der Beschreibung der Ausführungsbeispiele.

Da mit elektrischen Schalteinrichtungen zum Überstromschutz unterschiedlichste Strom- und Spannungsanforderungen abgedeckt werden müssen, bietet sich die Herstellung des Mikrorelaisschalters durch eine weitgehend feststehende Standardtechnologie mit unterschiedlichen Layoutgeometrien, also unterschiedlichen Maskensätzen, an. Bei einer weitgehenden technologischen Vereinheitlichung der Herstellungslinie ist dabei die Abdeckung unterschiedlichster elektrischer Spezifikationen möglich.

Da Mikrorelaisschalter jedenfalls im Bereich der gegenwärtigen Technologie jedoch gewisse Grenzen im Hinblick auf ihre Strom- und Spannungsbelastbarkeit im Betrieb und auch beim Abschalten aufweisen, bezieht sich die Erfindung auf eine Kombination mit einem weiteren speziell für das Abschalten großer Überströme ausgelegten Element. Hier ist von einem Kurzschlußstrombegrenzer die Rede, wobei dieser Begriff dabei nur eine häufige Ursache solch großer Überströme bezeichnet, jedoch nicht einschränkend ist. Der Begriff Kurzschlußstrom steht inso-
weit synonym für große Überströme, die die Abschaltkapazität des Mikrorelais-
schalters deutlich übersteigen.

Eine besonders einfache Variante eines Kurzschlußstrombegrenzers ist eine konventionelle Schmelzsicherung, die einen großen Überstrom durch Aufschmelzen eines Glühfadens oder einer Leiterbahn unterbricht, jedoch nicht repetitiv arbeitet, also ausgetauscht werden muß. Eine solche Schmelzsicherung wird durch den Überstrom selbst ausgelöst und benötigt somit keine Ansteuerung durch die Auswerteeinrichtung.

Eine weitere Möglichkeit besteht jedoch in einer elektrisch betätigbaren Lösung für den Kurzschlußstrombegrenzer. Dabei ist es möglich, jedoch nicht notwendig, für die Ansteuerung des Kurzschlußstrombegrenzers ein weiteres Ansteuersignal (im Folgenden als zweites Ansteuersignal bezeichnet) derselben Auswerteeinrichtung zu verwenden, die auch den Mikrorelaisschalter ansteuert. Beispielsweise kann ein elektrisch ausgelöster Leistungsschutzschalter verwendet werden. Aber auch der Einsatz eines gänzlich konventionellen Leistungsschutzschalters, etwa mit einem durch einen Kurzschlußstrom versorgten elektromagnetischen Antrieb ist möglich.

Eine weitere Variante der Erfindung besteht darin, als Kurzschlußstrombegrenzer oder ergänzend zu einem anderen Schalter in einem Kurzschlußstrombegrenzer einen PTC-Widerstand zu verwenden. Ein solcher PTC-Widerstand ist definiert durch einen positiven Temperaturkoeffizienten des elektrischen Widerstandes, der

so erheblich ist, daß sich durch die Erwärmung des Widerstandes bei sehr großen Überströmen ein ausreichend starker Anstieg des Widerstandswerts ergibt, um den Überstrom auf für den Mikrorelaisschalter abschaltbare Werte zu begrenzen. Dies ist die Erklärung für die Verwendung des Begriffs Kurzschlußstrombegrenzer, die also sowohl den Kurzschlußstrom vollständig unterbrechende Bauteile als auch ihn auf für den Mikrorelaisschalter abschaltbare Werte begrenzende Bauteile umfaßt.

Als PTC-Materialien kommen bevorzugt PTC-Polymere in Frage, die im allgemeinen aus einer Polymermatrix mit einem darin verteilten und die elektrische Leitfähigkeit fördernden Füllmaterial bestehen. Das Füllmaterial können z. B. Metallpartikel, Carbide, Boride, Nitride, Kohlekurzfasern, leitfähige Polymerpartikel oder auch Ruß sein. Eine Abgrenzung kann erfolgen durch einen Widerstandsanstieg in einem Temperaturintervall von 14 K um mindestens den Faktor 2,5 oder in einem Temperaturintervall von 30 K um den Faktor 6 oder in einem Temperaturintervall von 100 K um den Faktor 10, wobei die Erfüllung eines Kriteriums zur Definition genügt. Bevorzugt sind dabei Faktoren von 5, 20 und 100 bzw. von 7,5 und 100 und 1000 in den jeweiligen Temperaturintervallen.

Gemäß einer weiteren Variante der Erfindung enthält die Schalteinrichtung ferner eine Fehlerstromschutzfunktion. Dazu wird entweder durch zwei Stromsensoren der Strom durch zwei Strompfade erfaßt, verglichen, und dem Resultat dieser Auswertung entsprechend zumindest ein Mikrorelaisschalter in einem der beiden Strompfade geöffnet, oder es kann auch über einen hier als Gesamtstromsensor bezeichneten Stromsensor ein Gesamtstrom durch zwei benachbarte Strompfade erfaßt und ausgewertet werden, um den Mikrorelaisschalter zu öffnen. Dabei ist an einen Stromsensor gedacht, der aufgrund der räumlichen Verhältnisse, die für die Fehlerstromerfassung errechnete Summe aus beiden Strömen unter Berücksichtigung ihrer Richtungen erfaßt. Beispielsweise können zwei Leiterbahnen als Strompfade die zu vergleichenden Ströme in einander entgegengesetzten Richtungen führen, wobei der Gesamtstromsensor den Gesamtstrom erfaßt, im Falle von Betragsgleichheit also einen Nullstrom. Dementsprechend muß das Signal

des Gesamtstromsensors durch die Auswerteeinrichtung nur noch mit einem entsprechend kleinen Schwellenwert verglichen werden, um den Mikrorelaisschalter anzusteuern.

- 5 Die Fehlerstromschutzfunktion kann sich natürlich auch auf mehr als zwei Strompfade beziehen, beispielsweise mit vier Stromsensoren für einen Dreiphasenstrom mit Nulleitung.

Die in dieser Beschreibung verschiedentlich erwähnten Stromsensoren müssen
10 nicht notwendigerweise Bestandteil der erfindungsgemäßen Schalteinrichtung sein. Es kann sich im einfachsten Fall um konventionelle Stromsensoren handeln, beispielsweise um Induktionsspulen. Bevorzugt richtet sich die Erfindung jedoch auf Hall-Sensoren, die mit sehr geringen Nachweisgrenzen realisierbar sind, beispielsweise mit Nachweisgrenzen von etwa 1 mA im Vergleich zu konventionellen
15 Nachweisgrenzen von ungefähr 10 mA oder mehr. Hall-Sensoren sind ferner als Halbleiterelemente sehr viel kleiner, leichter und auch preiswerter zu realisieren als konventionelle Induktionsspulen.

Der Begriff Mikrorelaisschalter kann nach den vorstehenden Ausführungen sowohl
20 ein einzelnes Mikrorelais als auch eine Schaltung aus einer größeren Zahl von Mikrorelaiszellen bedeuten. Dies ist vor allem dahingehend zu verstehen, daß jedenfalls im gegenwärtigen Entwicklungsstand Mikrorelais nicht mit unbeschränkter Stromtragfähigkeit und Spannungsfestigkeit sowie nur mit begrenzten Möglichkeiten zum Abschalten größerer Leistungen versehen sind. Wenn über diese
25 gegebenen Grenzen einer einzelnen Mikrorelaiszelle hinausgehende Belastbarkeiten für die ins Auge gefaßten Anwendungen notwendig sind, können erfindungsgemäß spannungsteilende Serienschaltungen aus zwei oder mehreren Mikrorelaiszellen und/oder stromteilende Parallelschaltungen verwendet werden. Im kombinierten Fall handelt es sich dann um Schaltfelder, nämlich um spannungsteilende
30 Serienschaltungen von in jeder Stufe der Serienschaltung stromteilend wirkenden Parallelschaltungen.

In diesem Zusammenhang ist jedoch zu berücksichtigen, daß die technologischen Grenzen in der jetzigen Situation ständigen Veränderungen unterworfen sind. Es sind weitere Verbesserungen im Hinblick auf die Spannungs- und Strombelastbarkeit im leitenden Zustand und auch hinsichtlich des Abschaltvermögens absehbar. Ein Forschungsprojekt des Herstellers Bosch gemeinsam mit einer Gruppe der Universität Bremen arbeitet an der Entwicklung von Mikrorelais mit 24 V maximaler Schaltspannung und 25 A maximalem Schaltstrom. Insoweit ist damit zu rechnen, daß auch Anwendungen mit etwas höheren Anforderungen zukünftig schon von einzelnen Mikrorelais erfüllt werden können. Dies betrifft insbesondere die Stromtragfähigkeit. Dann genügt möglicherweise eine entsprechende Serienschaltung für die geforderte Spannungsfestigkeit.

Hier sei noch einmal auf einen bereits ausgeführten Vorteil der für Mikrorelais typischen Technologien verwiesen. Zur Anpassung an eine bestimmte elektrische Auslegung kann eine standardisierte Mikrorelaiszelle mit einer festliegenden Standardtechnologie in unterschiedlichen Größen der Parallelschaltung und/oder Serienschaltung ausgeführt werden. Dazu muß lediglich die Layoutgeometrie verändert werden, etwa durch Verwendung eines anderen Maskensatzes. Das übrige Herstellungsverfahren kann praktisch unverändert bleiben. Dabei geht der ebenfalls bereits erwähnte Vorteil der sehr hohen Ansprechgeschwindigkeit ohne Skalierung unmittelbar in die Gesamtschaltung über. Somit lassen sich vor allem auch bei großen Spezifikationswerten im Vergleich zu entsprechenden konventionellen Schützen äußerst schnell ansprechende Schalteinrichtungen realisieren.

Neben der Integration eines Schaltungsfeldes mehrerer Mikrorelaiszellen sind auch andere Integrationsvarianten für die Erfindung von Bedeutung. Der oder die Mikrorelaisschalter, die Auswerteeinrichtung und gegebenenfalls auch der oder die Hall-Sensoren können einerseits jeweils als Halbleiterchips ausgeführt und auf einer gemeinsamen Platine montiert sein. Bereits hier ergeben sich wesentliche Vorteile durch die Identität oder Ähnlichkeit der Montagetechnologien und durch die kleine Baugröße und das geringe Gewicht der kombinierten Komponenten. Als Beispiel für eine der Mikroelektronik sehr verwandte Bauform eines Hall-Sensors

wird hier verwiesen auf "Cylindrical Hall Device" von H. Blanchard, L. Chiesi, R. Racz und R. S. Popovic, Proceedings IEDM 96, Seiten 541-544, IEEE 1996.

Bei einer Kombination mit einem Hall-Sensor kann der Verzicht auf eine vollständige Integration andererseits von Vorteil sein, weil dann eine stärker standardisierte Schalteinrichtung mit je nach Anwendungsfall unterschiedlich ausgelegten Hall-Sensoren auf jeweilige Ansprechwerte festgelegt werden kann.

Natürlich können auch verschiedene Bauteile auf einem Chip miteinander kombiniert sein. Z. B. können die Auswerteeinrichtung und der oder auch die Mikrorelaisschalter integriert sein. Bei geeigneter Technologie betrifft dies auch den oder die Hall-Sensoren. Wenn andererseits nur die Auswerteeinrichtung und der oder die Hall-Sensoren integriert sind, während der oder die Mikrorelaisschalter als separater oder separate Chip(s) ausgeführt sind, erlaubt dies die Kombination eines standardisierten Chips mit Auswerteeinrichtung und Hall-Sensor(n) mit verschiedenen, elektrisch unterschiedlich ausgelegten Mikrorelaisschaltern. Weiterhin sind auch Temperatursensoren, Zeitgeberschaltungen und andere elektronische Einrichtungen kombinierbar und integrierbar.

Ferner betrifft dies auch eine elektronische Ansprechüberwachungseinrichtung, die ebenfalls kombiniert oder integriert sein kann. Eine solche Ansprechüberwachungseinrichtung registriert das Ansprechen der elektrischen Schalteinrichtung und kann beispielsweise eine Sperrung der Schaltungseinrichtung für eine gewisse Zeit nach dem Ansprechen bewirken. Ferner kann nach einem Ansprechen ein definierter Test vorgenommen werden, etwa durch einen kurzen leitenden Zustand, in dem geprüft wird, ob der für das vorherige Ansprechen verantwortliche Fehlerzustand noch vorliegt. Damit kann beispielsweise nach einer vorübergehenden Stromspitze ein automatisches Wiedereinschalten erfolgen. Auch können Schnittstellen zu äußeren Steuerungseinrichtungen vorgesehen sein.

Weiterhin sind auch Zeitgeberschaltungen kombinierbar oder integrierbar, die etwa die Verwendung als Zeitschaltautomat für Beleuchtungsanwendungen, z. B. Treppenhäuser erlauben.

- 5 Schließlich sind natürlich auch Einrichtungen zur Anzeige des Ansprechens auf einen Überstrom oder einen Fehlerstrom in optischer oder akustischer Weise möglich.

Ein bevorzugter Anwendungsfall der Erfindung liegt in einem Schalt- und Schutz-
10 system für einen Elektromotor. Hierauf richten sich auch die im Folgenden im einzelnen beschriebenen Ausführungsbeispiele, wobei dabei offenbarte Merkmale auch in anderen Kombinationen erfindungswesentlich sein können.

Es zeigt:

15

Figur 1 ein konventionelles Elektromotorschalt- und -schutzsystem;

Figur 2 ein erfindungsgemäßes Elektromotorschalt- und -schutzsystem mit einer
erfindungsgemäßen Schalteinrichtung als erstes Ausführungsbeispiel;

20

Figur 3 eine Ausschnittsdarstellung zu Figur 2 mit Einzelheiten des Mikrorelais-
schalters;

Figur 4 eine Alternative zu Figur 2 als zweites Ausführungsbeispiel;

25

Figur 5 eine weitere Alternative zu den Figuren 2 und 4 als drittes Ausführungs-
beispiel;

Figur 6 ein Zeitdiagramm zur Erläuterung des zweiten Ausführungsbeispiels aus
30 Figur 4; und

Figur 7 ein weiteres Zeitdiagramm zur Erläuterung des dritten Ausführungsbeispiels aus Figur 5.

Zunächst zeigt Figur 1 den Stand der Technik. Dabei weist eine Einrichtung zum Schalten und zum Schutz eines Elektromotors 14 in einem den Elektromotor 14 versorgenden Strompfad 8 eine Schmelzsicherung 11 zum Schutz gegen sehr große Überströme und eine Kombination aus einem thermischen Relais 12 und einem elektromagnetischen Schütz 13 zum Schutz gegen kleine Überströme auf. Das thermische Relais 12 erfaßt kleine Überströme durch die Erwärmung eines Bimetallstreifens, wobei der sich öffnende Bimetallstreifen die Stromversorgung des elektromagnetischen Schützes 13 unterbricht, woraufhin sich dieses öffnet und damit die Leistungsversorgung des Elektromotors 14 unterbricht. Ein Schalter 15 in der Versorgung des elektromagnetischen Schützes 13 dient zum Ein- und Ausschalten des Elektromotors 14 im Normalbetrieb.

Demgegenüber zeigt Figur 2 eine erfindungsgemäße Anordnung, bei der das thermische Relais 12 und das elektromagnetische Schütz 13 ersetzt sind durch einen Mikrorelaisschalter 1 mit einem auf demselben Chip 6 integrierten Hall-Sensor 5 als Stromsensor und eine Auswerteeinrichtung 7, die über ein Auslösesignal 9 den Mikrorelaisschalter 1 ansteuert. Die übrigen Elemente entsprechen dem konventionellen Beispiel in Figur 1.

Zunächst soll der Aufbau des Mikrorelaisschalters 1 näher erläutert werden. Figur 3 zeigt hierzu den Mikrorelaisschalter 1 aufgebaut aus 17 seriell geschalteten Stufen 2 mit jeweils 45 parallel geschalteten Mikrorelaiszellen 3. Jede Mikrorelaiszelle 3 entspricht technologisch dem bereits erwähnten Siemens-Siliziummikrorelais und ist mit jeweils einer Mikrorelaiszelle 3 der vorhergehenden und einer der nachfolgenden Stufe 2 elektrisch verbunden. Bei der letzten und bei der ersten der Stufen 2 sind die Anschlüsse zu jeweils der äußeren Seite zusammengeführt und an einen gemeinsamen Anschluß des Mikrorelaisschalters 1 gelegt.

Man erkennt weiterhin in einer stark schematisierten Darstellung ein bewegliches Kontaktstück 4, das hier einem elektrostatisch verbiegbaren bzw. auslenkbaren Balken entspricht. Wesentlich bei der erfindungsgemäßen Schalteinrichtung ist, daß all diese bewegbaren Kontaktstücke 4 synchron arbeiten, d. h. von einem
5 einzigen gemeinsamen Signal geöffnet und geschlossen werden, insoweit wie Teile eines gemeinsam aufgebauten einheitlichen Schalters wirken.

Jede einzelne Mikrorelaiszelle 3 kann eine Spannung von etwa 24 V unterbrechen, so daß sich für den Mikrorelaisschalter 1 eine abschaltbare Spannung von
10 400 V ergibt. Dies ist ein für viele Anwendungen günstiger Wert, bevorzugt sind insbesondere Werte über 200 bzw. 300 V.

Der schaltbare Laststrom für jede Mikrorelaiszelle 3 beträgt etwa 200 mA und ergibt damit einen Gesamtstrom von etwa 9 A für den Mikrorelaisschalter 1.

15

Diese Werte sind so gewählt, daß sie sich direkt mit einem konventionellen Standardschütz (z. B. A9-Schütz (ABB Control, Frankreich)) vergleichen lassen. Dieses elektromagnetische Standardrelais mit 400 V trennbarer Spannung und 9 A schaltbarem Laststrom verbraucht eine Aktivierungsleistung von 2 W. Demgegen-
20 über ergibt sich für den gesamten Mikrorelaisschalter 1 der erfindungsgemäßen Schalteinrichtung eine Aktivierungsleistung von nur 5 mW, die um mehr als einen Faktor 500 kleiner ist. Bei der gegenwärtigen Technologie liegen die Verlustleistungen im leitenden Zustand bei dem konventionellen Relais noch etwas niedriger (0,1 W) als für den erfindungsgemäßen Mikrorelaisschalter 1 mit 0,6-6 W. Die-
25 ser Wert läßt sich jedoch durch eine weitere Verbesserung der Kontakte und eventuell durch eine Erhöhung der Schließkraft der Mikrorelais wesentlich senken. Insbesondere in Anbetracht der außerordentlich niedrigen Aktivierungsleistung besteht bei der Schließkraft erkennbar Spielraum.

30 Beim Vergleich dieser Werte ist zu beachten, daß konventionelle Schütze leistungslos ausgeschaltet sind, d. h. im eingeschalteten Zustand die genannte Aktivierungsleistung verbrauchen. Daher verbraucht beispielsweise das Schütz A9 im

eingeschalteten Zustand etwa 2,1 W und somit ein Vielfaches des mit der Erfindung erzielbaren Wertes.

Figur 2 zeigt den der erfindungsgemäßen Schalteinrichtung entsprechenden Si-Chip 6 mit dem bereits anhand Figur 3 beschriebenen Mikrorelaisschalter 1. Zusätzlich ist unterhalb einer äußersten (in der Figur untersten) Stufe 2 des Mikrorelaisschalters 1 der Hall-Sensor 5 vorgesehen. Es handelt sich dabei um einen auf dem Si-Chip 6 integrierten Hall-Sensor in einer für radiale Magnetfelder, wie sie bei linienförmigen Stromleitern auftreten, geeigneten Konfiguration. Hierzu wird verwiesen auf die bereits zitierte Veröffentlichung "Cylindrical Hall Device". Der Hall-Sensor 5 benötigt eine Ansteuerleistung von etwa 60-360 mW.

Über eine Anschlußleitung wird dieser Hall-Sensor 5 gesteuert von der Auswerteeinrichtung 7, die das Ausgangssignal des Hall-Sensors 5 auswertet und an den Hallsensor 5 den entsprechenden Strom anlegt. Und zwar vergleicht die Auswerteeinrichtung 7 das Ausgangssignal des Hall-Sensors 5 mit einem Schwellenwert zur Definition von Überströmen. Bei Erfassung eines über einem einstellbaren Schwellenwert liegenden Stromes spricht die Auswerteeinrichtung 7 an und gibt über die Leitung 9 ein Auslösesignal an den Mikrorelaisschalter 1, d. h. schaltet zwischen dem leitenden und offenen Zustand des Mikrorelaisschalters 1 um. Es werden alle beweglichen Kontaktstücke 4 der einzelnen Mikrorelaiszellen 3 gleichzeitig geöffnet bzw. gleichzeitig geschlossen.

Dabei kann eine Zeitverzögerung eingebaut sein, die ein zu schnelles Ansprechen des Mikrorelaisschalters 1 vor dem Kurzschlußstrombegrenzer verhindert. Dies hat den Grund, daß bei einem zu schnellen Ansprechen des Mikrorelaisschalters 1 bei großen abzuschaltenden Strömen diese großen Ströme von dem Mikrorelaisschalter 1 unterbrochen werden müssen. Insoweit kann es also vorteilhaft sein, den Öffnungsvorgang des Mikrorelaisschalters 1 soweit zu verzögern, daß jedenfalls bei den den Mikrorelaisschalter 1 gefährdenden oder zerstörenden Strömen bei dieser Zeitverzögerung bereits der Kurzschlußstrombegrenzer seine Funktion ausübt. Dabei ist zu beachten, daß das Ansprechverhalten vieler Kurzschluß-

strombegrenzer, beispielsweise von Schmelzsicherungen oder von Bimetallauslösemechanismen von Leistungsschaltern, mit zunehmendem abzuschaltenden Strom immer schneller wird. Umgekehrt ist das Ansprechverhalten bei kleineren abzuschaltenden Strömen langsamer. Insoweit kann die Zeitverzögerung des Mikrorelaisschalters 1 genau soweit gewählt werden, daß bei dieser Zeitverzögerung bei allen den Mikrorelaisschalter 1 gefährdenden Strömen bereits der Kurzschlußstrombegrenzer unterbricht.

Die Ansteuerung des Mikrorelaisschalters 1 durch eine Auswerteeinrichtung 7 ermöglicht es insbesondere, das Ansprechverhalten des Mikrorelaisschalters 1 in Abhängigkeit von der Größe des gemessenen abzuschaltenden Stromes zu steuern, d. h. den Mikrorelaisschalter 1 bei sehr großen Überströmen stärker verzögert ansprechen zu lassen. Es ist ferner möglich, z. B. bei der Anwendung in einem Elektromotorschalt- und -schutzsystem mit dem Ansprechverhalten des Mikrorelaisschalters auf den gegenüber dem Nennstrom typischerweise um einen Faktor (z. B. 6) erhöhten Motoranlaufstrom Rücksicht zu nehmen. Dies bedeutet, daß die Auswerteeinrichtung 7 beim Anlaufen des Motors einen höheren Schwellenwert anwendet als im Dauerbetrieb, so daß der Schwellenwert in der Anlaufphase etwas über dem Motoranlaufstrom und in der Normalbetriebsphase etwas über dem Motornennstrom liegt. Hierzu wird auf die Figuren 6 und 7 und die zugehörige, noch folgende Beschreibung verwiesen.

Die Auswerteeinrichtung 7 ist bei diesen Ausführungsbeispielen als integrierte Si-Analogschaltung ausgeführt.

Sie kann ferner bei Bedarf eine Zeitgeberschaltung 8 enthalten, die hier nicht gesondert eingezeichnet ist.

Insgesamt läßt sich durch die Erfindung auf dem Siliziumchip 6 die Funktion eines konventionellen Schützes mit Ansteuerelektronik und Stromsensor verwirklichen. Dabei ergibt sich ein Bauvolumen von größenordnungsmäßig $(30 \times 50 \times 1) \text{ mm}^3$ bei einem Gewicht von etwa 10 g gegenüber vergleichbaren Werten bei dem be-

reits erwähnten konventionellen elektromagnetischen Schütz A9 von (44 x 74 x 74) mm³ und 340 g.

Bei dem ersten Ausführungsbeispiel in Figur 2 ist mit dem Mikrorelaisschalter 1 in dem Strompfad 8 eine Schmelzsicherung 11 gemäß Figur 1 in Reihe geschaltet.
Die Schmelzsicherung 11 dient als Kurzschlußstrombegrenzer und ist nicht gesondert angesteuert. Sie spricht durch thermische Überlastung eines aufschmelzenden Drahtes oder einer Leiterbahn selbständig an und muß dementsprechend ausgetauscht werden. Dazu ist der Schmelzsicherung 11 ein Schalter vorgeschaltet und ein weiterer Schalter nachgeschaltet, um die Klemmen der Schmelzsicherung 11 zum Austauschpotential freischalten zu können. Der Schalter zwischen der Schmelzsicherung 11 und dem Mikrorelaisschalter 1 ist deswegen sinnvoll, weil der Mikrorelaisschalter 1 im allgemeinen keine unmittelbare Sichtkontrolle seines Öffnungszustandes erlaubt und nach Durchgang sehr großer Ströme unter Umständen die bewegbaren Kontaktstücke 4 verschweißt sein könnten. Daher bietet ein konventioneller mechanischer Schalter eine größere Gewähr für Potentialfreiheit der entsprechenden Klemme der Schmelzsicherung 11.

Der hier eingezeichnete Strompfad 8 kann tatsächlich auch einer mehrphasigen Leitung entsprechen. Es kann jedoch auch eine andere Phase ununterbrochen zum Elektromotor 14 geführt sein, so daß die erfindungsgemäße Schalteinrichtung nur einen von beispielsweise zwei versorgenden Strompfaden unterbricht. Im allgemeinen kommt hier die Phasenleitung in Frage, wohingegen der Nulleiter ununterbrochen durchgeführt werden kann.

Eine alternative zweite Ausführungsform zeigt Figur 4. Hierin ist die Schmelzsicherung 11 ersetzt durch einen PTC-Polymerwiderstand 16, der als Kurzschlußstrombegrenzer in der bereits beschriebenen Weise große Überströme durch ein sehr starkes Ansteigen des elektrischen Widerstandswertes auf sehr kleine Ströme begrenzt, wobei der Mikrorelaisschalter 1 zusätzlich eine galvanische Trennung bewirken kann. Hinsichtlich der Möglichkeit einer Steuerung des zeitlichen

Ansprechverhaltens des Mikrorelaisschalters 1 gelten die obigen Ausführungen und die Erläuterungen zu den Figuren 6 und 7. Auch der PTC-Polymerwiderstand 16 zeigt ein bei großen Überströmen zunehmend schnelles Ansprechverhalten.

5 Der PTC-Polymerwiderstand 16 ist ein repetitives Element und muß nach seinem Ansprechen nicht ausgetauscht werden. Wenn der Überstrom abgeschaltet ist, kühlt der PTC-Polymerwiderstand 16 auf Normaltemperatur ab und befindet sich damit wieder im Ausgangszustand. Der wesentliche Vorteil eines PTC-Polymerwiderstandes im Vergleich zu einem PTC-Metallwiderstand besteht darin,
10 daß ein PTC-Polymerwiderstand einen so schlagartigen Widerstandsanstieg über so erhebliche Faktoren der Erhöhung des elektrischen Widerstandes zeigt, daß er den Strompfad praktisch auftrennt. Um entsprechend belastbar zu sein und auch um im Normalzustand keinen zu hohen Ohmschen Widerstand einzubringen, setzt ein PTC-Polymerwiderstand jedoch eine gewisse Querschnittsfläche voraus.

15

Typische Größenordnungen könnten beispielsweise bei einem maximalen Abschaltstrom von 10A des Mikrorelaisschalters 1 bei einem Motor-Nennstrom bzw. von 1 A liegen, wobei der PTC-Polymerwiderstand 16 bei etwa 10 A anspricht. Ein typisches Volumen eines gemäß der bereits zitierten Anmeldung 198 33 609.8
20 vom 25.07.98 gestalteten PTC-Polymerwiderstandes 16 läge bei etwa 4 cm x 2 mm (Querschnittsfläche) x 2 cm (einschließlich Metallkontakten).

Die in Figur 4 eingezeichnete Signalleitung 18 führt von der Auswerteeinrichtung 7 zu einem in Reihe mit dem PTC-Polymerwiderstand 16 und dem Mikrorelaisschalter 1 geschalteten Lastschalter 19. Dieser Lastschalter 19 kann, falls der
25 PTC-Polymerwiderstand 16 versagt hat oder durch ein zu spätes Ansprechen ein Verschweißen der bewegbaren Kontaktstücke 4 des Mikrorelaisschalters 1 nicht mehr verhindert werden konnten, zum Auftrennen des Strompfades und Unterbrechen des Stromes verwendet werden. Dazu prüft die Auswerteeinrichtung 7 nach
30 Ablauf einer gewissen Zeitspanne nach einer erstmaligen Erfassung eines zu hohen Stromes mit Hilfe des Hallsensors 5 ein weiteres Mal den Strom und aktiviert, falls dieser noch nicht unterbrochen worden ist, über die Signalleitung 18 den

Lastschalter 19. Dieser kann dann zumindest für die durch den Mikrorelaisschalter 1 nicht mehr mögliche galvanische Trennung eines ansonsten durch den PTC-Polymerwiderstand 16 begrenzten Stromes sorgen, bei ausreichendem Schaltvermögen jedoch auch den Strom unterbrechen. In entsprechender Weise kann
5 natürlich auch einer der in Figur 2 eingezeichneten Schalter vor und hinter der Schmelzsicherung 11 über eine Signalleitung 18 angesteuert sein.

Im übrigen entspricht das zweite Ausführungsbeispiel dem ersten aus Figur 2.

10 Ein drittes Ausführungsbeispiel zeigt Figur 5. Hier ist anstelle der Schmelzsicherung 11 aus Figur 2 und des PTC-Widerstandes 16 aus Figur 4 ein Leistungsschutzschalter 17 eingefügt. Im übrigen entspricht dieses Ausführungsbeispiel ebenfalls den beiden aus den Figuren 2 und 4. Wird ein konventioneller Leistungsschutzschalter 17 verwendet, so verfügt er gewöhnlich über einen eigenen
15 Auslösemechanismus, beispielsweise durch einen bei Kurzschlußströmen ansprechenden induktiven Antrieb. Alternativ dazu kann jedoch auch eine elektrische Auslösung durch ein über eine Leitung 18 (vgl. Figur 4) abgegebenes weiteres Auslösesignal der Auswerteeinrichtung 7 vorgesehen sein. Die Leitung 18 in Figur 5 ist also als optionales Merkmal zu betrachten. Dabei ist es ferner möglich,
20 zwar die konventionelle induktive Kurzschlußstromauslösung des Leistungsschutzschalters 17 beizubehalten, jedoch auf die konventionellerweise ebenfalls vorgesehene Bimetallauslösung bei kleineren Überströmen zu verzichten. Diese kann dann durch eine über die Leitung 18 von der Auswerteeinrichtung 7 bewirkte Auslösung ersetzt werden.

25

Ein Ausführungsbeispiel mit einer Fehlerstromschutzfunktion würde sich von den hier dargestellten Ausführungsbeispielen lediglich dadurch unterscheiden, daß die Auswerteeinrichtung 7 entsprechende Zusatzfunktionen aufweist und daß der Hall-Sensor 5 den Gesamtstrom durch zwei benachbarte Strompfade erfaßt bzw.
30 das zwei Hall-Sensoren vorgesehen sind.

Figur 6 zeigt ein Beispiel für das zeitliche Ansprechverhalten des Mikrorelais-
schalters 1 und des PTC-Polymerwiderstands 16 aus Figur 4 bei dem bevorzug-
ten Ausführungsbeispiel eines Elektromotorschalt- und -schutzsystems. Die mit I
bezeichnete Stromachse zeigt einen Motornennstrom I_N (in diesem Fall 1 A) und
5 einen das 6fache des Motornennstroms I_N betragenden Motoranlaufstrom. Die mit
t bezeichnete Zeitachse zeigt an ihrem unteren Ende das physikalisch schnellst-
mögliche Ansprechverhalten des Mikrorelaisschalters mit (als Beispiel) 0,0001 s
und die typische Zeitdauer des Motoranlaufstroms mit 5 s. Die gestrichelte Linie
mit der Bezugsziffer 20 zeigt schematisiert das Anlaufverhalten des Elektromo-
10 tors, der etwa 5 s lang den Strom $6 I_N$ und danach den Strom I_N zieht. Dement-
sprechend muß die Ansprechcharakteristik des Mikrorelaisschalters 1 bzw. der
Auswerteeinrichtung 7 angepaßt sein, wie mit der Linie 21 symbolisiert. Dieses
Ansprechverhalten ist schaltungstechnisch in der Auswerteeinrichtung 7 realisiert.
Die Linie 22 zeigt ein typisches Ansprechverhalten des PTC-Polymerwiderstands
15 16 mit bei großen Strömen zunehmender Schnelligkeit des Ansprechens.

Dabei ist die physikalisch vorgegebene Zeitverzögerung von 0,0001 s mit Hilfe der
Auswerteeinrichtung erhöht worden, um den Schnittpunkt des untersten waage-
rechten Abschnitts der Linie 21 mit der Linie 22 zu kleineren Stromwerten hin zu
20 verschieben, um also die bei schnellerem Ansprechen durch den Mikrorelais-
schalter 1 zu schaltenden Ströme zu verkleinern. Dabei ist der Wert von 0,1 s ein
typischer Wert für das Ansprechverhalten eines konventionellen Schützes. Auch
bei einem besseren Wert eines Schützes von etwa 0,03 s ist der hier gewählte
Wert des Mikrorelaisschalters von 0,001 s so erheblich geringer, daß also auch
25 bei Zugeständnissen im Hinblick auf die beschriebene Verringerung des schnell
zu schaltenden Stromes noch erhebliche Verbesserungen im Vergleich zum
Stand der Technik möglich sind.

Figur 7 zeigt ein zu Figur 6 analoges Diagramm, jedoch bezogen auf das Ausfüh-
30 rungsbeispiel aus Figur 5. Dabei zeigt die Linie 23 das Ansprechverhalten des
Leistungsschutzschalters 17, der im oberen Bereich durch eine konventionelle
Bimetall-Überstromauslösung und im unteren waagerecht verlaufenden Bereich

der Kurve 23 durch die stromunabhängig weitgehend konstante Ansprechzeit des elektromagnetischen Schlagankers bestimmt ist. Wenn das Ansprechverhalten des Mikrorelaisschalters 1 durch die Auswerteeinrichtung 7 soweit verzögert wird, daß sich bei großen Strömen ein demgegenüber früheres Ansprechen des Leistungsschalters nach etwa 0,003-0,005 s ergibt, liegen diese Werte noch erheblich unter den erwähnten konventionellen Werten. Dazu ist Voraussetzung, daß der Mikrorelaisschalter 1 Ströme unterhalb der Auslöseschwelle des elektromagnetischen Schlagankers, im hier beschriebenen Beispiel unterhalb $10 I_N$, unterbrechen kann. Man erkennt, daß die Verwendung des erfindungsgemäßen Mikrorelaisschalters 1 den Vorteil bietet, im Bereich der ansonsten über die Bimetallauslösung des Leistungsschutzschalters 17 oder ein elektromagnetisches Schütz abzuschaltenden Ströme ein zumindest mit der Ansprechzeit des elektromagnetischen Schlagankers abgestimmtes Ansprechverhalten zu bieten. Im Prinzip könnte man im Bereich der durch den Mikrorelaisschalter 1 abschaltbaren Ströme auch ein noch schnelleres Ansprechverhalten desselben gegenüber dem durch die Ansprechzeit des elektromagnetischen Schlagankers vorbestimmten Wert einstellen. Dann ergäbe sich allerdings eine Stromabhängigkeit des Ansprechverhaltens des Mikrorelaisschalters 1 mit minimaler Ansprechzeit nur bei kleineren Überströmen. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird jedoch durchweg eine Ansprechverzögerung angepaßt auf das Ansprechverhalten des Schlagankers gewählt, wobei in der bereits beschriebenen Weise auf den erhöhten Anlaufstrom des Elektromotors Rücksicht genommen wird.

Ansprüche:

1. Elektrische Schalteinrichtung mit einem Mikrorelaisschalter (1) in einem Strompfad (8), einem Kurzschlußstrombegrenzer (11, 16, 17) in dem
5 Strompfad (8) zum Unterbrechen eines großen Überstromes und einer Auswerteeinrichtung (7) zum Empfangen und Auswerten von Signalen eines den Strom durch den Strompfad (8) erfassenden Stromsensors (5), wobei die Schalteinrichtung dazu ausgelegt ist, daß sich der Mikrorelaisschalter (1) ansprechend auf ein Auslösesignal (9) der Auswerteeinrichtung
10 (7) bei kleinen Überströmen über einem Schwellenwert öffnet und der Kurzschlußstrombegrenzer (11, 16, 17) bei großen Überströmen diese auf durch den Mikrorelaisschalter (1) zu unterbrechende Ströme begrenzt.
2. Elektrische Schalteinrichtung nach Anspruch 1, bei der die Auswerteeinrichtung (7) ein in Abhängigkeit von der Höhe eines Überstromes zeitlich
15 geringfügig verzögertes Ansprechen des Mikrorelaisschalters (1) bewirkt.
3. Elektrische Schalteinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Kurzschlußstrombegrenzer eine Schmelzsicherung (11) ist.
20
4. Schalteinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, bei der der Kurzschlußstrombegrenzer (17) elektrisch betätigbar ist und die Auswerteeinrichtung (7) dazu ausgelegt ist, bei großen Überströmen ein zweites Auslösesignal (18) an den Kurzschlußstrombegrenzer (17) zu senden.
25
5. Elektrische Schalteinrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, bei der der Kurzschlußstrombegrenzer ein Leistungsschutzschalter (17) ist.
6. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei
30 der der Kurzschlußstrombegrenzer einen PTC-Widerstand (16) aufweist.

7. Elektrische Schalteinrichtung nach Anspruch 6, bei der der PTC-Widerstand (16) ein PTC-Polymermaterial enthält.
8. Elektrische Schalteinrichtung nach Anspruch 6, bei der der PTC-Widerstand (16) ein PTC-Metallmaterial enthält.
9. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der die Auswerteeinrichtung (7) zum Empfangen und Auswerten von Signalen eines den Strom durch den Strompfad (8) erfassenden ersten Stromsensors (5) und einen Strom durch einen zweiten Strompfad erfassenden zweiten Stromsensors durch Vergleich untereinander und Öffnen des Mikrorelaisschalters (1) ansprechend auf ein Resultat der Auswertung ausgelegt ist.
10. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der Ansprüche 1-8, bei der der Stromsensor (5) ein einen Gesamtstrom durch den Strompfad (8) und zumindest einen zweiten benachbarten Strompfad erfassender Gesamtstromsensor ist und die Auswerteeinrichtung (7) zum Empfangen und Auswerten eines Signals des Gesamtstromsensors und Öffnen des Mikrorelaisschalters (1) ansprechend auf das Signal ausgelegt ist.
11. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der zumindest ein Stromsensor (5) Teil der Schalteinrichtung und durch einen Hall-Sensor gebildet ist.
12. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der Mikrorelaisschalter (1) eine spannungsteilend wirkende Serienschaltung von Mikrorelaiszellen (3) aufweist.
13. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der Mikrorelaisschalter (1) eine stromteilend wirkende Parallelschaltung von Mikrorelaiszellen (3) aufweist.

14. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der Mikrorelaisschalter (1) zumindest ein Mikrorelais (3) mit einem in elektrostatischer Weise mechanisch bewegten Kontaktstück (4) aufweist.
- 5
15. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der Mikrorelaisschalter, die Auswerteeinrichtung und gegebenenfalls der oder die Hall-Sensoren jeweils als Chips auf einer Platine integriert sind.
- 10
16. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der der Mikrorelaisschalter (1) und die Auswerteeinrichtung (7) auf einem Chip (6) integriert sind.
- 15
17. Elektrische Schalteinrichtung nach Anspruch 11, auch in Verbindung mit einem weiteren der vorstehenden Ansprüche, bei der die Auswerteeinrichtung (7) und der oder die Hall-Sensoren (5) auf einem Chip (6) integriert sind.
- 20
18. Elektrische Schalteinrichtung nach Anspruch 11, auch in Verbindung mit einem weiteren der vorstehenden Ansprüche, bei der der Mikrorelaisschalter (1), die Auswerteeinrichtung (7) und der oder die Hall-Sensoren (5) auf einem Chip (6) integriert sind.
- 25
19. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der mit dem Mikrorelaisschalter (1) eine elektronische Ansprechüberwachungseinrichtung (7) auf einem Chip (6) integriert ist.
- 30
20. Elektrische Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei der mit dem Mikrorelaisschalter (1) eine Zeitgeberschaltung auf einem Chip (6) integriert ist.

21. Elektromotorschalt- und -schutzsystem mit einer elektrischen Schalteinrichtung nach einem der vorstehenden Ansprüche.



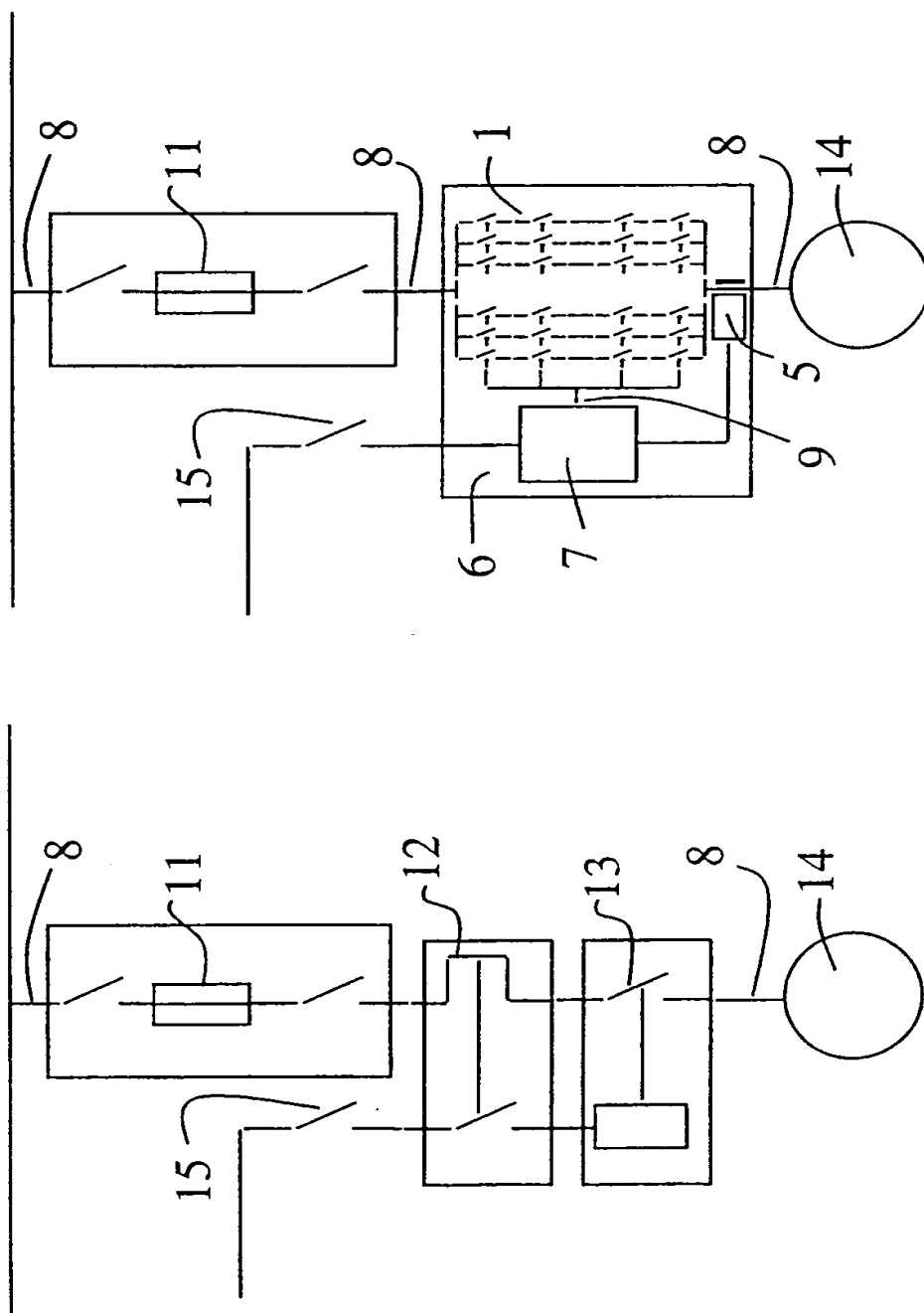


Fig. 1

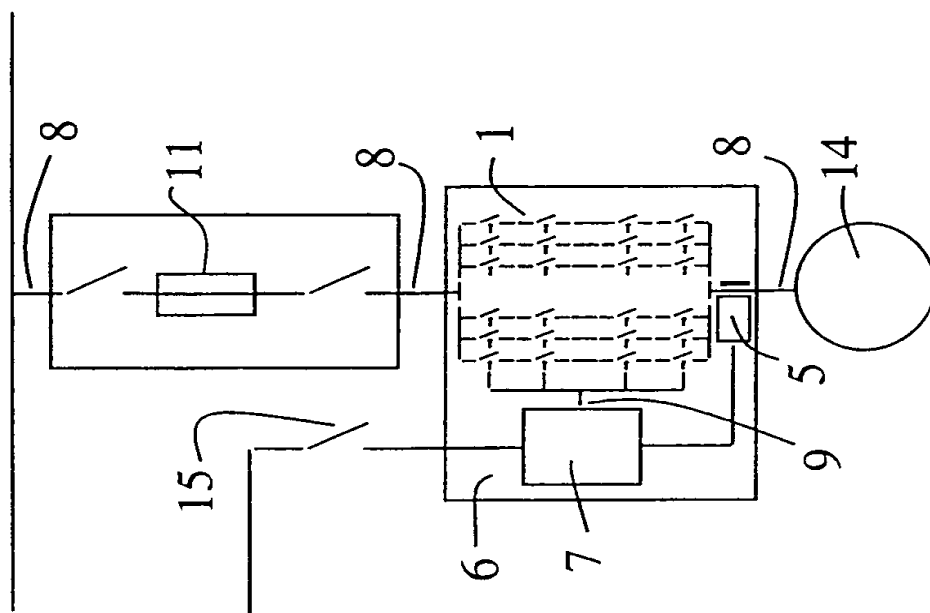


Fig. 2



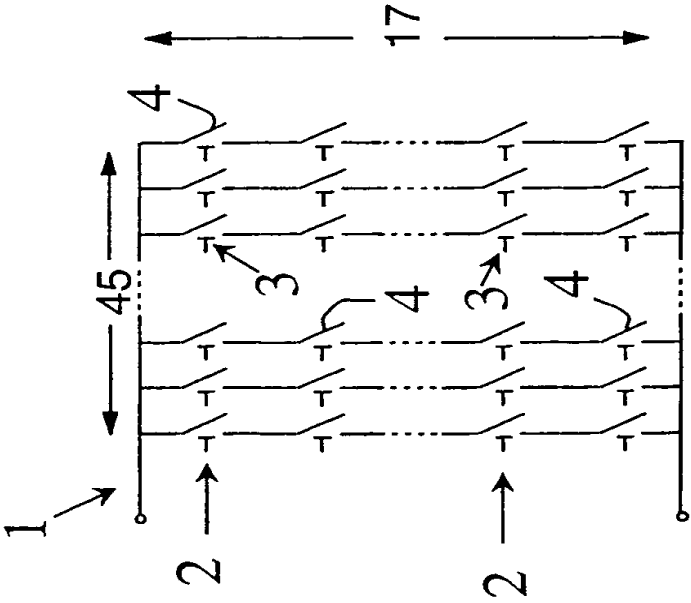


Fig. 3



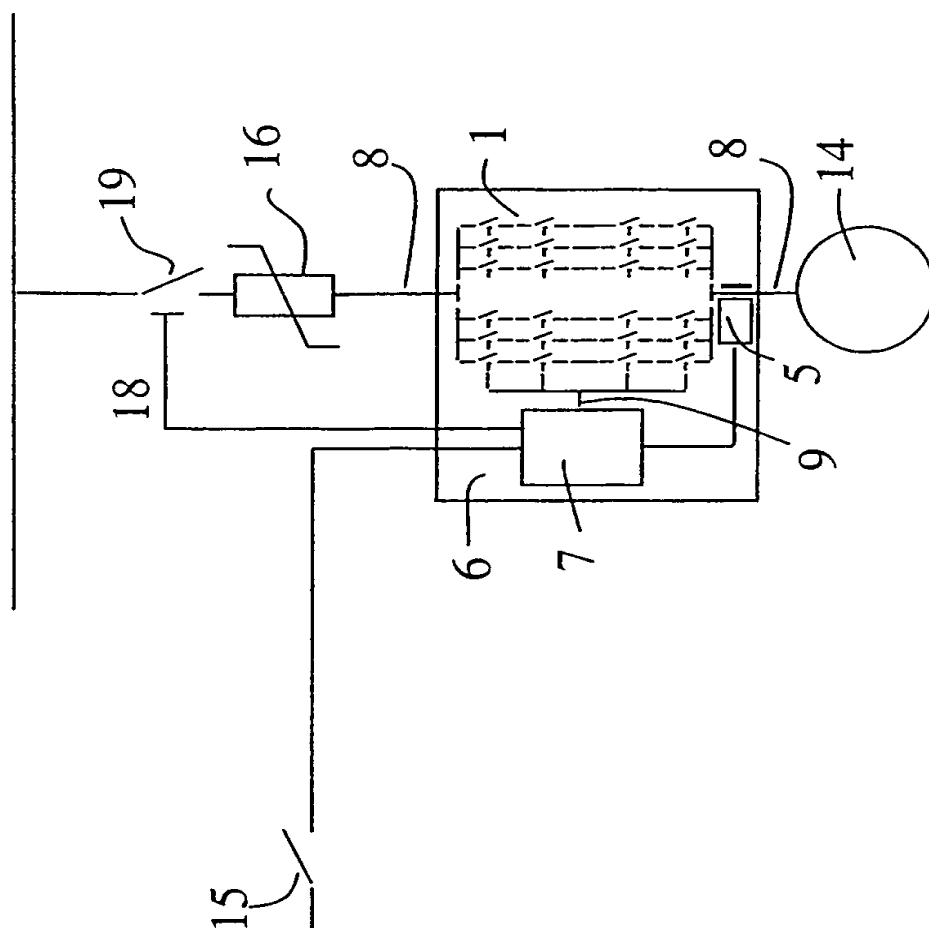


Fig. 4



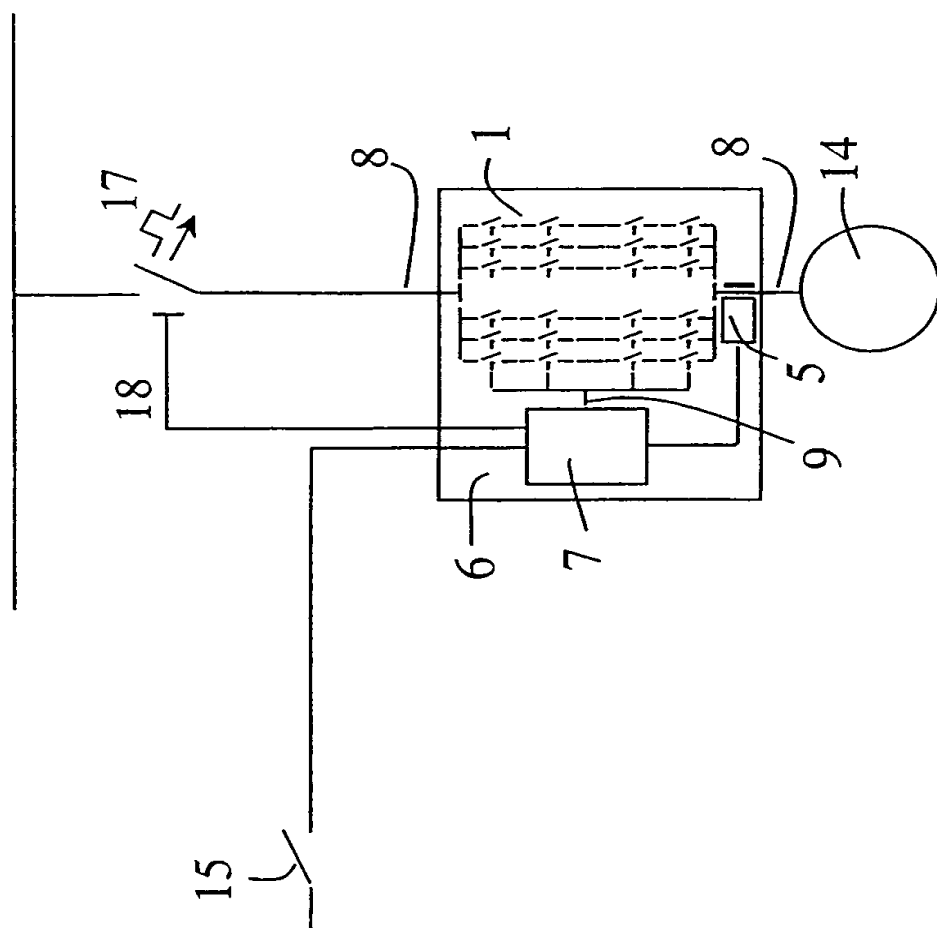


Fig. 5



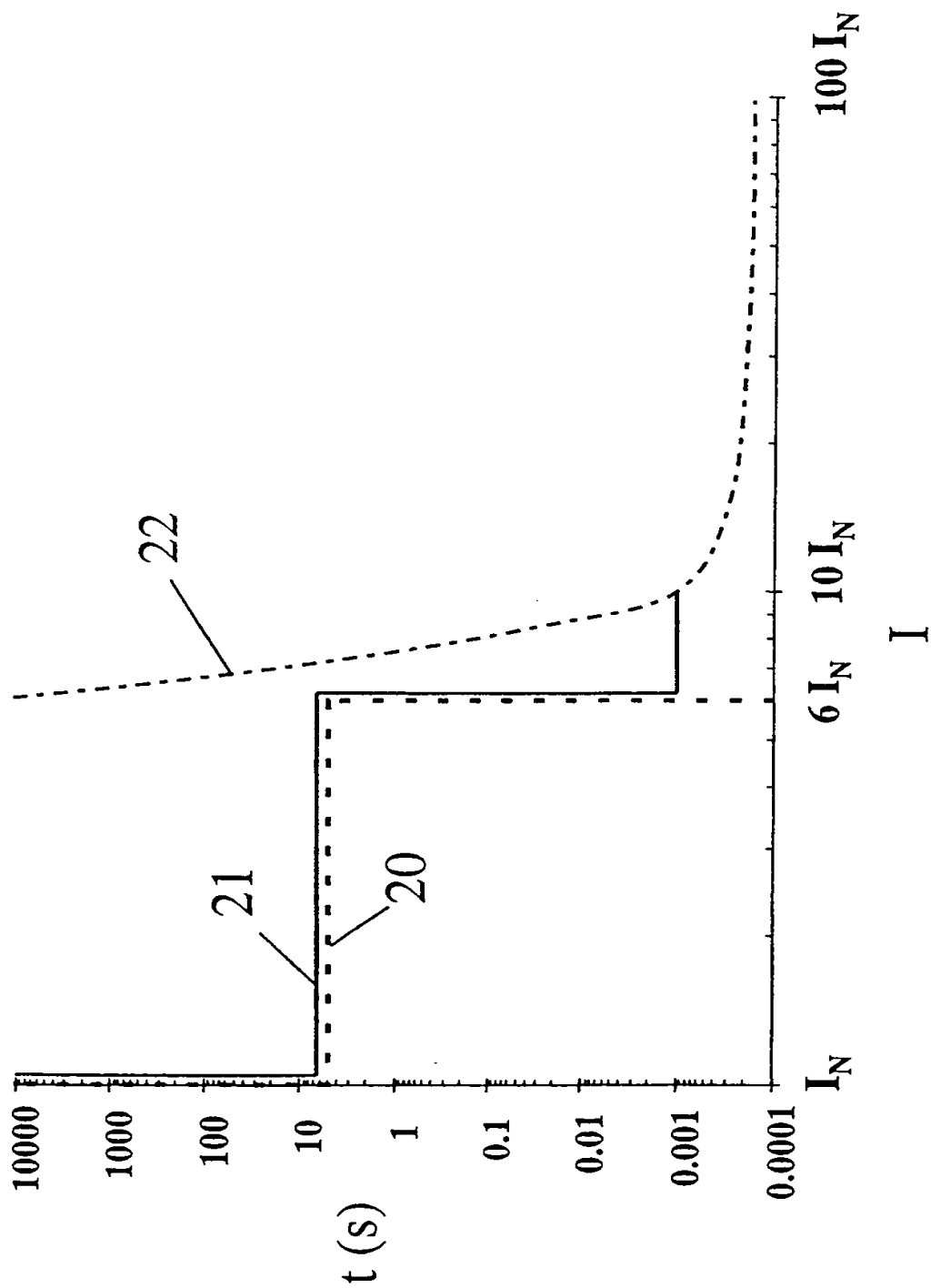


Fig. 6



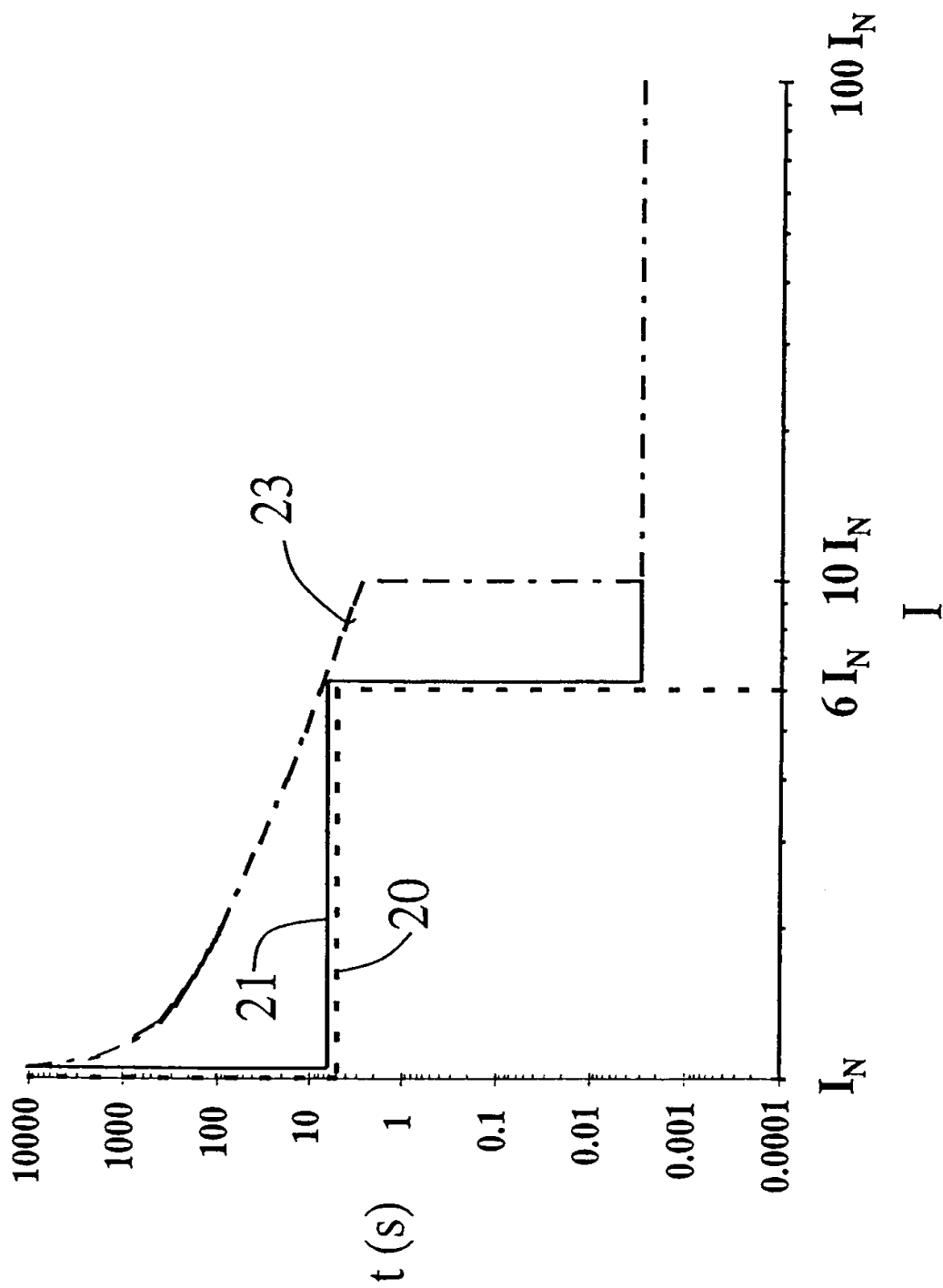


Fig. 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH 00/00325

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 H02H3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H02H

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	DE 198 50 397 A (ABB RESEARCH LTD) 11 May 2000 (2000-05-11) abstract	1
A	GB 2 212 679 A (LAI CHIN FAY) 26 July 1989 (1989-07-26) abstract	1

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 September 2000

Date of mailing of the international search report

20/09/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Salm, R

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/CH 00/00325

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 19850397 A	11-05-2000	WO 0026934 A	11-05-2000
GB 2212679 A	26-07-1989	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH 00/00325

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H02H3/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02H

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
P, A	DE 198 50 397 A (ABB RESEARCH LTD) 11. Mai 2000 (2000-05-11) Zusammenfassung	1
A	GB 2 212 679 A (LAI CHIN FAY) 26. Juli 1989 (1989-07-26) Zusammenfassung	1

☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen:

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

13. September 2000

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

20/09/2000

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2260 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Salm, R

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH 00/00325

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 19850397	A	11-05-2000	WO 0026934 A	11-05-2000
GB 2212679	A	26-07-1989	KEINE	